

# ANALISIS DESAIN OPTIMUM SPROKET RODA BELAKANG SEPEDA MOTOR DENGAN BENTUK LENGAN SPROKET LURUS KRITERIA BIAYA MATERIAL MINIMUM

Insana Jatmiko<sup>1</sup>

*Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang*

*Jl. Surya Kencana No.1 Pamulang, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia*

Email : dosen01950@unpam.ac.id

Dajukan 15 Maret 2018

Direvisi : 29 Maret 2018

Disetujui : 6 April 2018

**Abstrak:** Pertumbuhan jumlah sepeda motor dalam negeri sangat signifikan karena jumlah penduduk yang banyak dan ekonomi yang stabil. Hal ini mendorong peningkatan pembuatan komponen-komponen sepeda motor oleh perusahaan kecil. Peningkatan tersebut harus dibarengi dengan peningkatan daya saing produk. Usaha yang dilakukan diantaranya dengan melakukan optimasi desain produk kriteria biaya material minimum. Sproket dalam negeri perlu dilakukan optimasi agar lebih kompetitif dengan cara memilih material yang mampu menjalankan fungsinya dan harga kebutuhan material minimum dengan menggunakan Metode Desain Optimum Kriteria Biaya Kebutuhan Material Minimum. Material yang diseleksi yaitu material yang pada umumnya dipakai oleh industri dalam negeri: S45C, AISI 1045, AISI 5140, GG25, dan 20MnCr5. Umur sproket yang diharapkan lebih dari 3 tahun ( $\pm 3,7 \times 10^7$  siklus). Hasil analisis menunjukan baja S45C paling optimum untuk membuat sproket.

**Kata kunci:** sproket, seleksi material, desain

**Abstract:** The number of motors cycle is increasing significantly because of the number of people and stabilized economic. This case supports motors cycle manufacturing for small companies. It should be joined by the increasing of power competition. One of the efforts is by optimizing product in minimum category. Local sprocket should be optimized so that more competitive. The selection of rear wheel sprocket materials is to get a material which is good in function and competitive cost. The material selection is commonly used materials in local industries such as S45C, AISI 1045, AISI 5140, GG25 and 20MnCr5. The analysis is based on The Optimum Design Method for Minimum Material Cost. The result is S45C as the optimum material

**Keywords:** sprocket, material selection, optimum design

## PENDAHULUAN

Laju produksi sepeda motor di Indonesia yang tinggi mendorong peningkatan pembuatan komponen-komponen sepeda motor oleh industri dalam negeri. Peningkatan tersebut harus diiringi dengan peningkatan daya saing produk sehingga mampu bersaing di pasar global. Usaha yang dapat dilakukan diantaranya dengan melakukan optimasi desain produk kriteria biaya material minimum.

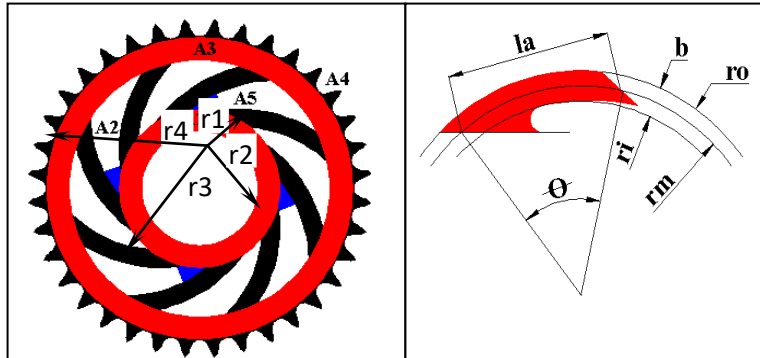
Salah satu komponen utama sepeda motor yang diproduksi oleh industri dalam negeri yaitu sproket. Agar sproket tersebut mampu bersaing di pasar global maka perlu dioptimasi sehingga diperoleh sproket yang terpenuhi prasyarat fungsinya dengan biaya material minimum. Metode yang digunakan disini yaitu Metode Desain Optimum Kriteria Biaya Kebutuhan Material Minimum. Dengan metode ini dapat memilih material yang dapat menjalankan fungsinya dan biaya kebutuhan materialnya minimum. [1]

Dalam metode desain optimum, Persamaan Desain Umum Final terdiri dari kelompok parameter fungsi, geometri dan material. Dengan memasukkan parameter material: tegangan yield, massa jenis, poisson ratio, modulus elastisitas dan harga/masa, dan dengan membuat parameter fungsi dan geometri konstan maka akan diperoleh Biaya Material Minimum dari material-material yang dianalisis. [1]

## METODOLOGI

Penelitian ini akan membahas bagaimana cara memilih material sproket sepeda motor yang optimum. Sproket yang dianalisis yaitu sproket dengan gigi 36 dengan bentuk arm melengkung. Sproket jenis ini biasa digunakan pada motor (105-150) cc. Momen torsi motor berkisar (130-220) N.m [2][3]. Material sproket yang diteliti yaitu material yang pada umumnya digunakan diantaranya: S45C, AISI 1045, AISI 5140, GG25, dan 20MnCr5.[4]

Gambar sproket yang dianalisis beserta parameter geometrinya yaitu



Gambar 1 Sproket yang dianalisis [2],[5]

Metode untuk memilih material yaitu dengan menurunkan rumus biaya kebutuhan material per sproket sebagai fungsi dari kelompok parameter: fungsi, geometri dan material. Rumus biaya kebutuhan material:  $C_m = c \cdot w \cdot t \cdot A$ . Dimana  $c$ : harga per berat;  $w$ : berat;  $t$ : tebal dan  $A$  luas sproket. Variabel  $c$  dan  $w$  merupakan variabel tetap/terikat oleh jenis materialnya.

$A$  dan  $t$  merupakan variabel bebas yang dirumuskan lebih lanjut.  $A$  fungsi dari variabel bebas  $r_2$ ,  $r_3$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  dan  $b_3$  sedangkan,  $r_4$ ,  $r_1$ ,  $r_m$ ,  $l_a$ , dan  $\phi$  dijadikan variabel tetap yang terikat oleh desain. Variabel bebas  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  dan  $t$  diturunkan terlebih dahulu sehingga merupakan fungsi dari parameter material [6].

$$b_1 = K_t \sqrt{\frac{6 \cdot S_f \cdot M}{n \cdot t \cdot S_y}}; \quad b_2 = K_t \cdot \sqrt{\frac{S_f \cdot M \cdot l_a \sin(\phi_2 + \phi_3)}{t \cdot S_y \cdot n \cdot r_4}}; \quad b_3 = \sqrt{\frac{6 \cdot S_f \cdot M}{n \cdot t \cdot S_y}}; \quad t = \frac{J \cdot E \cdot \theta}{2M(1 + \nu)} \quad 1$$

Dimana:

$K_t$ : Faktor konsentrasi tegangan;  $S_f$ : faktor keamanan;  $M_t$ : momen torsi;  $n$ : jumlah lengan;  $S_y$ : tegangan mulur;  $E$ : modulus Elastisitas;  $J$ : momen inersia polar;  $\theta$ : sudut puntir;  $\nu$ : rasio poisson.

Rumus luas tiap bagian sproket:

hub:  $A_1 = \pi b_1(b_1 + 2r_1)$ ; lengan:  $A_2 = b_2 r_m \phi_1$ ; rim:  $A_3 = \pi b_3(2r_4 - b_3)$

luas sproket:  $A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = \pi(b_1^2 - b_3^2) + 2\pi(b_3 r_4 + b_1 r_1) + n b_2 r_m \phi_1 + N_g A_g$

Pengembangan dari rumus Biaya Material menjadi

$$C_m = c \cdot w \cdot t \cdot A = \left[ \frac{6\pi S_f M}{S_y} \frac{c w (K_t^2 - 1)}{n} + S_f c w t N_g A_g + 2,45 S_f M^{0.5} \frac{c w}{S_y^{0.5}} \left( \frac{t}{n} \right)^{0.5} \left( 2\pi(r_4 + K_t r_1) + 0,4 K_t n r_m \phi_1 \left( \frac{l_a \sin(\phi_2 + \phi_3)}{r_4} \right)^{0.5} \right) \right] \quad 2$$

karena parameter geometri dan fungsi dibuat konstan sedangkan parameter material sebagai variabel bebas maka menjadi

$$C_m = K_1 \frac{S_f c w}{S_y} + K_2 \frac{S_f c w E}{1 + \nu} + K_3 \frac{S_f c w E^{0.5}}{(S_y(1 + \nu))^{0.5}} \quad 3$$

$K_1$ ,  $K_2$  dan  $K_3$  adalah konstanta kelompok parameter geometri dan fungsi. Dengan memasukan rumus faktor keamanan yaitu [7]

$$S_f = \frac{S_t Y_N}{K_T K_R} K_4, K_4 \text{ adalah konstanta kelompok parameter geometri dan fungsi}$$

4

Dimana:

St: kekuatan material terhadap gesekan; YN: Faktor kekuatan material terhadap gaya tekan/abrasi relatif terhadap putaran. KT: Faktor kekuatan material relatif terhadap kenaikan suhu. KR: Faktor kekuatan material terhadap proses pengerjaan halus/kasar

Maka Faktor Seleksi Material seproket.

$$FSM = cw \sqrt{\frac{Y_N S_t E}{S_y K_T K_R (1 + v)}} \cdot 10^{-9}$$

5

Persamaan Cm diuji kesetaraannya dengan analisis dimensi

$$\text{Suku ke - 1: } [ ] = \frac{[M][L]^2[s]^{-2} \cdot [M]^{-1}[L]^{-1}[s]^2 \cdot [M][L]^{-2}[s]^{-2}}{[M][L]^{-1}[s]^{-2}} = [ ], (\text{setara})$$

$$\text{Suku ke - 2: } [ ] = \frac{[M][L]^{-1}[s]^{-2} \cdot [M]^{-1}[L]^{-1}[s]^2 \cdot [M][L]^{-2}[s]^{-2}[L]^2[L]^4}{[M][L]^2[s]^{-2}} = [ ], (\text{setara})$$

$$\text{Suku ke - 3: } [ ] = \frac{[M][L]^2[s]^{-2} \cdot [M]^{-1}[L]^{-1}[s]^2 \cdot [M][L]^{-2}[s]^{-2}}{[M][L]^{-1}[s]^{-2}} = [ ], (\text{setara})$$

Agar satuan di ruas kiri sama dengan satuan diruas kanan maka dihitung Faktor Konversi Satuan

$$\text{Suku ke - 1: } \$ = \frac{Nmm \cdot \$N^{-1} \cdot Nm^{-2}}{Nmm^{-2}} = \$ \cdot 10^{-9}$$

$$\text{Suku ke - 2: } \$ = \frac{Nmm^{-2} \cdot \$N^{-1} \cdot Nm^{-2} \cdot mm^2 \cdot mm^4}{Nmm} = \$ \cdot 10^{-9}$$

$$\text{Suku ke - 3: } \$ = \frac{\$N^{-1} \cdot Nm^{-2} (Nmm^{-2})^{0.5} \cdot (mm^4)^{0.5} \cdot mm}{(Nmm^{-2})^{0.5}} = \$ \cdot 10^{-9}$$

Persamaan satara dan faktor konversi satuan  $10^{-9}$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian berupa nilai dari faktor seleksi material yang menunjukan tingkat keoptimuman dari material yang dianalisis untuk umur 3 tahun ( $\pm 3,7 \times 10^7$  siklus) Agar Nilai Faktor seleksi Material diperoleh maka data-data material yaitu c, w, Sy, w, E, v, St, YN, KR, dan KT di masukan ke dalam persamaan 5. Keakuratan data sangat berpengaruh terhadap tingkat validasi Nilai Faktor Seleksi Material. Faktor ketahanan material terhadap tekanan per siklus (YN) untuk baja berdasarkan grafik pada referensi [8] sama 0,99679, sedangkan GG25 (besi cor) lebih kecil 0,96315. Faktor koreksi kekuatan material relatif terhadap suhu KT dan relatif terhadap proses pengerjaan KR diambil sama untuk semua material.

Tabel-1 Parameter Karakteristik Material dari Lima Jenis Baja yang Dianalisis [6],[7],[8],[9]

Sifat Material	S45C	AIS I 1045	AIS I 5140	DIN GG25	20Mn Cr5	Satuan
Sy	418	420	383	190	578	N/mm2
W	7865 0	787 20	767 20	7200 0	7810 0	N/m3
E	2000 00	201 000	205 000	1150 00	2100 00	N/mm2
v	0,27	0,27	0,27	0,26	0,27	
c	8,3	11,3	15,0	11,5	20,0	\$/N
BHN	220	210	241	240	213	N/mm2

St	268	261	282	190	266	Nmm-2
YN	0,996 79	0,99 679	0,99 679	0,963 15	0,996 79	-
KR	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	-
KT	1	1	1	1	1	-

Data pada tabel-1 di atas dimasukan kedalam rumus persamaan-5 seperti di bawah ini, kemudian diperoleh hasilnya pada Tabel-2

$$FSM = cw \sqrt{\frac{Y_N S_t E}{S_y K_T K_R (1 + \nu)}} \cdot 10^{-9}$$

Tabel-2 Nilai Faktor Seleksi Material dari Material yang Dianalisis

FS	0,00	0,003	0,004	0,002	0,004	\$N0,5
M	221	47	26	85	62	mm-4
N	1	3	4	2	5	
o						

Nilai faktor seleksi material yang paling kecil baja S45C, yaitu 0,00221 \$N0,5mm-4\$. Nilai ini menunjukan bahwa S45C paling optimal artinya terpenuhinya semua parameter prasyarat fungsi dan material. Dilihat dari satuannya menunjukan faktor seleksi material merupakan fungsi dari harga, gaya yang bekerja pada sproket, dan ukurannya. sehingga mampu bertahan sampai 3 tahun (3,6 x 10<sup>7</sup> siklus) dan kemudian berturut-turut: GG25, AISI 1045, AISI 5140 dan 20MnCr5.

## KESIMPULAN

Material yang paling optimal untuk membuat sproket roda belakang sepeda motor dengan spesifikasi geometri sebagaimana di atas, dengan batasan momen torsi yang bekerja pada sproket 130 Nm-220 Nm, dari lima material alternatif yang biasanya digunakan sebagai bahan sproket, S45C merupakan material yang paling optimal, sehingga menjadi material yang disarankan penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Karmiadiji, D. W., 2011. Optimasi Desain (Material, Komponen, Konstruks) Teori Dasar dan Aplikasi. Engineering Clinics FTUP, Jakarta.
- [2]. Spesifikasi Sproket gigi 36, Indopart, 2010
- [3]. Spesifikasi Sepeda Motor Supra-X, Honda, 2010
- [4]. American Chain Association Chains for Power Transmission and Material Handling, 2005. The American Chain Association Chains for Power Transmission and Material Handling handbook. USA.
- [5]. Arifin, Lukman, 2005. Belajar AutoCAD 2000. Erlangga
- [6]. Khurmi, J. R. (2004). A Textbook of Machine Design (13th edition). New Delhi: Mc. Graw-Hill Companies, Inc.,.
- [7]. Nisbett, Budynas, 2008. Mechanical Engineering Design. The McGraw-Hill Companies, Inc
- [8]. Internet WWW. Daftar Harga Baja.com
- [9]. Bringas, Jhon E, 1953. Handbook of Comparative World Steel Standards (3th edition), ASTM